

Laboratorios de programación no presenciales para la adquisición de competencias tecnológicas

Miguel Revuelta¹, Stella Massa¹, Rodolfo Bertone²

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

²Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

¹{mrevuelta, smassa}@fi.mdp.edu.ar

²pbertone@lidi.info.unlp.edu.ar

Resumen

Al momento del egreso de un profesional en ingeniería, además de acreditar el dominio del contenido curricular de su especialidad, debería también ser competente, es decir, no solo tener los conocimientos necesarios sino que además debe acreditar habilidades y destrezas para comprender, transformar y desempeñarse en el mundo en el que se desenvuelve. En otras palabras, la competencia implica la capacidad de un buen desempeño en contextos complejos y auténticos.

Este trabajo presenta la implementación de un curso de carácter optativo y complementario al espacio curricular de los alumnos de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional de Mar del Plata, para fomentar la adquisición de competencias tecnológicas mediante la realización de laboratorios de programación de microcontroladores.

Esta propuesta se gestiona a través de un Entorno Virtual de Enseñanza Aprendizaje y contempla la realización de laboratorios de programación de carácter virtual y remoto que aportan situaciones de aprendizaje propicias para desarrollar algunos indicadores de las competencias tecnológicas.

Se diseña y aplica una rúbrica para evaluar estos indicadores, se presentan los resultados y una evaluación de los mismos según el contexto de realización.

Palabras clave: Competencias tecnológicas, Laboratorio virtual, Laboratorio remoto, Rúbrica.

1. Introducción

En la enseñanza de asignaturas tecnológicas es muy común y eventualmente imprescindible la realización de trabajos de laboratorio. Estos promueven la adquisición de una serie de procedimientos y habilidades científicas, desde las más básicas (utilización de aparatos, mediciones, tratamiento de datos, etc.) hasta las más complejas (investigar y resolver problemas haciendo uso de la experimentación). Esto representa una justificación de la importancia que los trabajos prácticos tienen como actividad para el proceso de aprendizaje.

La actividad experimental no sólo debe ser vista como una herramienta que promueve un determinado conocimiento, sino como un instrumento que favorece la adquisición de los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que debe incluir toda iniciativa pedagógica.

Las actuales Tecnologías de la Información y la Comunicación, han permitido el acceso generalizado a nuevos dispositivos y servicios tales como la computadora e Internet. Esta realidad ha generado nuevos formatos de expresión, nuevas formas de acceso y nuevos hábitos de conducta social, cultural y de ocio. Su impacto en la educación es constante y en permanente desarrollo.

Estos nuevos medios han permitido remediar en gran medida las circunstancias no favorables que pueden ocurrir en la realización de trabajos prácticos de laboratorio de índole presencial. Principalmente permitiendo la realización de trabajos de laboratorio en escenarios simulados o virtuales y facilitando

el acceso en forma remota a la tele-operación de experiencias reales.

2. Laboratorios no presenciales

De las dos formas de acceso a un recurso educativo, local o a distancia, esta última tiene una mayor demanda en la actualidad porque permite la existencia de laboratorios virtuales (LV) y de la tele-operación de plantas reales o laboratorios remotos (LR).

El acceso al recurso de experimentación virtual o real a través de la web y el acceso al control de los sistemas reales, permite llevar el laboratorio a la casa del estudiante, porque con solo tener una computadora conectada a Internet es posible experimentar a cualquier hora y día del año. La propuesta prevé inicialmente la utilización

de un laboratorio virtual para el descubrimiento y adaptación al tema, para luego dar paso a la realización de un laboratorio real remoto. Las actividades se diseñan para propiciar oportunidades para adquirir destrezas y actitudes conducentes a la competencia en el tema.

2.1 Laboratorio Virtual

El LV se implementa con un software, que instalado y ejecutado en una PC o servidor web, nos presenta en pantalla un entorno de experimentación simulado. El operador realiza el laboratorio sobre una recreación de los fenómenos que deberían ocurrir en una experiencia real.

Generalizando, podemos decir que en el LV se interactúa con una simulación de: un objeto de existencia física, de un principio, un postulado, o un fenómeno de cualquier índole.

La simulación es la dramatización o animación de ese objeto y la misma tratará de reproducir con la mayor verosimilitud posible el comportamiento real del objeto simulado.

El LV permite manipular las variables del objeto, lo que favorece el aprendizaje por descubrimiento, pues se pueden forzar condiciones virtuales que serían inviables sobre el objeto físico, si bien no reemplaza una

experiencia de laboratorio real. La realización de un LV permite alcanzar una serie de objetivos Calvo et al. (2008), por ejemplo:

- Le permite al estudiante familiarizarse con el experimento.
- Optimizar el uso de recursos.
- Disminuir el uso incorrecto del equipamiento
- Comparar el comportamiento del modelo matemático frente al objeto real.
- Adquirir metodología de trabajo.
- Facilitar la replicación de experimentos.
- Mejorar el manejo de herramientas informáticas.

Tal como señala Ruiz-Gutiérrez (2000) la simulación es una forma muy adecuada para abordar el estudio de cualquier sistema dinámico real, la simulación y el aprendizaje son dos conceptos muy unidos en el proceso educativo.

Cuando el alumno se encuentra familiarizado con la temática del laboratorio se le facilita el acceso a una experiencia real, es decir a un laboratorio con equipos reales, pero de manera no presencial, el mismo se efectiviza a través de un medio de comunicación como por ejemplo Internet.

2.2 Laboratorio Remoto

Un LR, representa el acceso a una experiencia real, es decir a un laboratorio con equipos reales, pero de manera no presencial, el mismo se efectiviza a través de las herramientas que provee la plataforma virtual de enseñanza aprendizaje.

El usuario opera y controla en forma remota la planta real a través de un interfaz de experimentación. Este enfoque se denomina indistintamente como: laboratorio remoto, tele-laboratorio o tele-operación a través de la Web.

Esta aplicación requiere necesariamente que una computadora medie entre la experiencia real y el control remoto externo de la misma.

Para que el operador tenga la sensación de estar casi presente al lado del ambiente físico

donde están las partes reales de la experiencia, se envían imágenes de video y audio en vivo del objeto bajo experimentación.

En la pantalla de la computadora remota (del estudiante) se visualizan al mismo tiempo las imágenes transmitidas desde el laboratorio real y el entorno virtual de accionamientos y mediciones que posibilitan el control remoto de la experiencia.

3. Las competencias tecnológicas

En nuestro país, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI, 2013), integrante de ASIBEI, (Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería) adhiere al acuerdo de Valparaíso y adopta las Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano establecidas en la asamblea, como propias para el egreso del Ingeniero Argentino.

En general se establecen dos categorías de competencias, las de índole tecnológica y las sociales políticas y actitudinales.

En particular se redacta un listado de 10 competencias desagregadas en capacidades. La primera competencia desagregada es:

“Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería”.

Del listado de destrezas involucradas en esta competencia, destacamos el ítem:

- ser capaz de realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo el modelado.

Este tipo de capacidad implica el dominio de ciertos niveles de pensamiento analítico:

- Describir, relacionar e interpretar situaciones y planteamientos sencillos.
- Seleccionar los elementos significativos y sus relaciones en situaciones complejas.
- Identificar las carencias de información y establecer relaciones con elementos externos a la situación planteada.

4. La rúbrica

Para determinar el grado de desempeño del alumno en esta competencia, se ha elaborado una rúbrica o matriz de valoración.

López (2007) resume la definición de rúbrica como una estrategia de evaluación alternativa, generada a través de un listado, de un conjunto de criterios específicos y fundamentales que permiten valorar el aprendizaje, los conocimientos y/o las competencias, logrados por el estudiante. De este modo, las rúbricas (Villalustre y del Moral, 2010) se convierten en una herramienta eficaz tanto para el profesor como para el alumno. Se trata de instrumentos de medición en los cuales se establecen criterios por niveles, mediante la disposición de escalas que permiten determinar la calidad de la ejecución de los estudiantes en tareas específicas.

Se contraponen a los métodos tradicionales de evaluación en los que prevalecen criterios cuantitativos por medio del uso de exámenes, elaboración de ensayos, pruebas orales, etc. La rúbrica se convierte en la guía necesaria para fomentar el aprendizaje por su carácter retroalimentador. Cumple una función formativa (más que sumativa) de la evaluación del proceso de aprendizaje al ayudar a dirigir el nivel de progreso de los alumnos. Son estos últimos, quienes con los enunciados de la rúbrica, conocidos previamente a la realización de las actividades, toman conciencia del nivel de desempeño esperado a lo largo de la tarea (Carrasco, 2007). Además, facilita a los profesores los mecanismos para que puedan mejorar la calidad de su enseñanza al reflexionar para enfatizar y precisar los detalles particulares que consideren más pertinentes para garantizar trabajos de excelencia.

5. Diseño de la propuesta educativa

Se presenta a continuación el diseño de un curso de carácter optativo y complementario al espacio curricular de los alumnos de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad

Nacional de Mar del Plata, para fomentar la adquisición de competencias tecnológicas mediante la realización de laboratorios de programación de microcontroladores. La secuencia didáctica propuesta, incluye la realización de experiencias sobre un LV, como paso previo a la realización de un laboratorio real (en modo remoto).

Las premisas fundamentales en la que se referencia la secuencia didáctica a diseñar son:

- La compatibilidad entre las diferentes herramientas software utilizadas, es decir, el entorno integrado de desarrollo debe ser el mismo, tanto se trate de la simulación, con un ejecución real.
- La reutilización de contenidos en posteriores experiencias de aprendizaje, es decir el software desarrollado es funcional en ambos laboratorios (virtual y real).

La simulación en el entorno virtual enfrenta al alumno con un nuevo esquema y puede ocurrir que sea una situación para la cual no tiene la competencia necesaria, es decir, puede tener algunas capacidades desarrolladas y otras no tanto. Por este motivo, la primera tarea propone la utilización de un ejemplo nativo de la plataforma, es decir un programa modelo demostrativo que mediante la aplicación de las herramientas del entorno permite definir a un rápido prototipo. Esto significa que se llega a un “prototipo a escala virtual” no desarrollado por el alumno pero que está dotado de las siguientes características claves Wilson et al. (1993):

- 1- Sirve para probar la interfaz de usuario y entrenar al alumno
- 2- Le permite verificar la estructura de la programación y las secuencias de la ejecución.
- 3- Permite probar la capacidad y la efectividad de modificaciones en la estrategia del código.
- 4- Se internaliza el modelado como recurso del diseño

A continuación se le solicita al alumno que introduzca modificaciones al prototipo desarrollado en la etapa previa para que cumpla con otras especificaciones. El alumno, por ende, tiene que desarrollar un “prototipo virtual pero de su autoría”. Al finalizar esta experiencia, el estudiante debería haber adquirido las capacidades necesarias para lidiar con este tipo de esquemas.

Para la implementación del laboratorio virtual se recurrió a un entorno de desarrollo comercial pero de uso libre situado en la web. El sitio brinda en general soporte para la simulación, el diseño y la realización práctica de proyectos en el ámbito de la electrónica aplicada.

Una de las opciones disponibles, en forma gratuita, es un entorno de experimentación virtual, tal el caso que se observa en la Figura 1, donde se muestra el despliegue de las herramientas del mismo. Para la utilización de este entorno, el alumno solo debe registrarse. La plataforma le brinda además de la posibilidad de realizar sus proyectos, la opción de descargarlos, guardarlos y compartirlos.

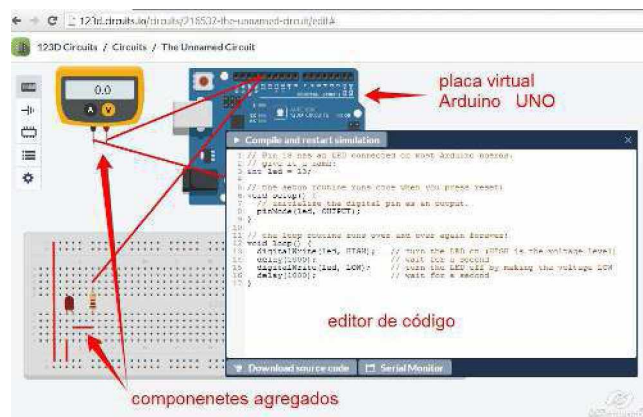


Figura 1

Para la realización del LR el alumno debe ingresar a la plataforma Moodle de la facultad de, que da soporte a la realización del mismo. La Figura 2 muestra la apariencia del entorno experimental. Se describe una imagen en tiempo real de la placa experimental (vía cámara web) y el escritorio con las herramientas de desarrollo.

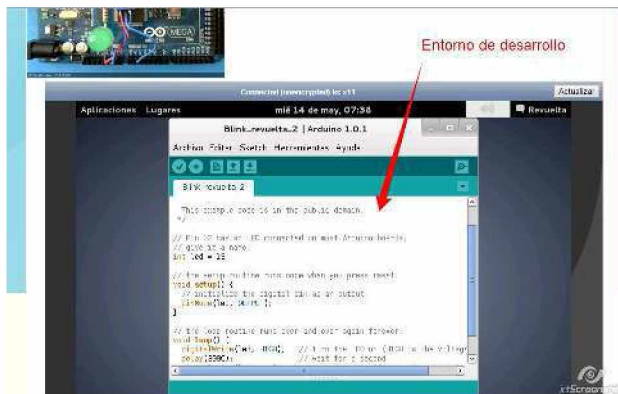


Figura 2

Como se observa en la Figura 2, se visualiza simultáneamente la plaqueta real y el entorno de desarrollo, en lo que se podría definir como una instancia de tele-operación de un laboratorio real.

Las actividades programadas implican la participación del alumno en procesos de reflexión y aplicación, pues debe relacionar demostraciones y aplicaciones de índole virtual en posteriores implementaciones en un ambiente real y documentar convenientemente las mismas. A los efectos de evaluar el grado de adquisición de las capacidades conducentes a la competencia en el tema, es que se les pide a los alumnos dos tipos de aportes durante el desarrollo del curso. Estos productos son la copia del software desarrollado e informes complementarios.

A partir del análisis de las opiniones recibidas es posible obtener información relevante para evaluar la capacidad de análisis e interpretación mediante las explicaciones de:

- ✓ Que función cumple el software de ejemplo
- ✓ De qué manera y que efecto tienen las sucesivas modificaciones propuestas
- ✓ De como se justifica la intención y pertinencia de cada procedimiento
- ✓ Las especificaciones y conclusiones de los prototipos desarrollados.

Para sistematizar esta indagación es necesario definir descriptores cualitativos que establezcan la naturaleza del desempeño en cada una de las capacidades conducentes a la competencia específica.

Para la competencia: “ser capaz de realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo

el modelado”, se desarrollaron los siguientes cuatro indicadores de logro:

1. Analiza los diferentes componentes de la situación?
2. Relaciona situaciones de aprendizaje con la resolución de un problema?
3. Recurre al modelado virtual para fundamentar el prototipo real?
4. Diseña la solución tecnológica adecuada para resolver el problema?

Finalmente, para cada uno de estos indicadores de logro se deberá establecer un mecanismo que permita la evaluación del grado de cumplimiento de cada uno de ellos.

Se establece cuatro grados o niveles de asimilación del indicador de logro: muy bueno, bueno, suficiente e insuficiente. A partir de estos cuatro niveles es necesario generar una descripción cuantitativa y específica de cada nivel, para cada indicador de logro. Se presenta a continuación la descripción propuesta:

Analiza los diferentes componentes de la situación:

- Muy bueno: Descubre el modelo, patrón o relación de principios de la situación.
- Bueno: Establece relaciones entre los diferentes componentes de la situación.
- Suficiente: Reconoce algunos componentes de la situación.
- Insuficiente: No detecta o confunde algunos componentes de la situación.

Relaciona situaciones de aprendizaje con la resolución de un problema:

- Muy bueno: Descubre las implicaciones de la situación y las aplica en la resolución de un problema.
- Bueno: Distingue algunas implicaciones de la situación y las aplica a la resolución de un problema
- Suficiente: Distingue algunas implicaciones de la situación y omite algunos aspectos en la resolución de un problema.

- Insuficiente: No encuentra las implicaciones, resuelve de por sí, la resolución no es satisfactoria.

Recorre al modelado virtual para fundamentar el prototipo real:

- Muy bueno: Desarrolla un modelo y trabaja sobre correcciones y modificaciones
- Bueno: Desarrolla un modelo pero no generaliza su uso
- Suficiente: No genera un modelo pero tiene una estrategia de diseño
- Insuficiente: No hay modelo ni estrategia, no encadena aplicaciones

Diseña la solución tecnológica adecuada para resolver el problema:

- Muy bueno: La solución es excelente, demuestra total conocimiento de las herramientas disponibles.
- Bueno: La solución es correcta, faltan pequeños detalles.
- Suficiente: La solución cumple con lo pedido, no demuestra un total conocimiento de las herramientas disponibles.
- Insuficiente: La solución omite algunos aspectos de lo pedido.

6. Análisis de Resultados

Luego de la implementación de la propuesta educativa, el equipo docente analizó los documentos disponibles de cada alumno y estableció una valoración respecto de los indicadores de logro para la competencia en cuestión de acuerdo a los grados de cumplimiento del logro establecidos.

A modo de ejemplo, en la Tabla 1 se presenta el resultado de un alumno en particular.

Indicador de logro	Muy Bueno	Bueno	Suf.	Insuf.
1	✓			
2		✓		
3	✓			
4	✓			

Tabla 1

En la Tabla 2 se resumen los resultados obtenidos por todos los alumnos del curso. En cada celda de la tabla se indica el porcentaje de alumnos que obtuvieron esa valoración.

Indicador de logro	Muy Bueno	Bueno	Suf.	Insuf.
1	50%	30%	20%	
2	50%	30%	20%	
3	20%	50%	10%	20%
4	50%	30%	20%	

Tabla 2

A continuación se presentan un análisis de los resultados de cada indicador de logro:

1. Analiza los diferentes componentes de la situación.

La totalidad del curso demuestra aptitud de al menos nivel suficiente en este indicador de logro, de los cuales un 50% de los mismos lo hace de manera superlativa. Esta capacidad se encuentra bien desarrollada no solo a consecuencia de las actividades de este curso sino por la integración de capacidades desarrolladas en situaciones de aprendizaje previas.

2. Relaciona situaciones de aprendizaje con la resolución de un problema.

Se aplican las mismas conclusiones que para la capacidad anterior. Ambos indicadores son relativamente genéricos y resulta esta evaluación como una verificación de hecho.

3. Recorre al modelado Virtual para fundamentar el prototipo real.

Resulta este el indicador con peores resultados. Es un indicador específico de la actividad y demuestra que un 20% de los alumnos no recurrió al modelado virtual al momento de tener que generar un prototipo real. Indica una falta de interés para pasar a lo virtual antes de completar un diseño real, ya sea porque se lo considere superfluo o innecesario.

4. Diseña la solución tecnológica adecuada para resolver el problema.

El 100% de los alumnos alcanza un nivel satisfactorio de este indicador y de ellos el 50% lo hace de manera superlativa, demostrando una profundización en las alternativas tecnológicas que ofrece la plataforma de desarrollo. El resto realizó aplicaciones relacionadas con los ejemplos sin detenerse a considerar opciones superadoras.

7. Conclusiones y futuras líneas de investigación

En este trabajo se presenta la implementación de un curso de carácter optativo y complementario al espacio curricular de los alumnos de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional de Mar del Plata, para fomentar la adquisición de competencias tecnológicas mediante la realización de laboratorios de programación de microcontroladores. El mismo es de corta duración y cronológicamente previo al cursado presencial de una asignatura relacionada con el contenido del mismo. Bajo esas consideraciones los resultados son satisfactorios y sirven a ajustar las actividades a desarrollar en la asignatura siguiente.

La rúbrica resultó una herramienta eficaz para evaluar el grado de dominio de indicadores o capacidades de una competencia. Es evidente la mejor performance de los alumnos en aquellas capacidades menos específicas que se han formado a lo largo de anteriores procesos de aprendizaje y los resultados son más discretos para las capacidades más específicas o técnicas.

Estos resultados justifican la revisión y modificación de las actividades para agregar instancias de aprendizaje que propicien en los alumnos la formación de las capacidades específicas.

En lo que respecta a futuras líneas de investigación:

- Se está trabajando en la implementación de una evaluación de la propuesta por parte de los alumnos con el objetivo de conocer el grado de satisfacción y pertinencia que

encuentran los mismos respecto de los laboratorios no presenciales.

- Mantener y profundizar la línea investigativa en relación a las competencias tecnológicas a fin de adaptarse progresivamente al nuevo paradigma del aprendizaje basado en competencias.
- Mejorar el diseño de las rúbricas y establecer un proceso de retroalimentación con jueces expertos.

8. Referencias

Calvo, I., Zulueta, E., Gangoiti, U., López, J., *Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas*, Rev. Ikastorratza, e-Revista de Didáctica, ISSN: 1988-5911, (en línea) 3, 1-21, 2008. http://ehu.es/ikastorratza/castellano/index_cast.html#. Acceso: el 4 de mayo de (2013).

Carrasco, M., *Guía básica para la elaboración de rúbricas*, (en línea), Plataforma Virtual del CEIP Príncipe Felipe de Motril para cursos, programas, proyectos y desarrollos curriculares, Universidad Iberoamericana Puebla, México, septiembre 2007. <http://ceipprincipefelipe.net/aulavirtual/course/view.php?id=11>. Acceso: el 4 de marzo de (2013).

CONFEDI, Declaración de Valparaíso, (en línea), 2013, Valparaíso, Chile. www.confedi.org.ar/blog/declaración-de-valparaíso-asibei. Acceso: el 9 de diciembre de (2013).

Ruiz-Gutiérrez, J., (2000). *La simulación como instrumento de aprendizaje*. http://fp.atxuri.net/escenarios/Simulacion_como_Instrumento_de_Aprendizaje.pdf. Acceso: el 4 de mayo de (2013).

Villalustre Martínez, L., Del moral Pérez, E. (2011). E-Actividades en el contexto virtual de RURALNET: satisfacción de los estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje. XX1.

14.1, Facultad de Educación. UNED 2011, pp. 223-243. ISSN: 1139-613X.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70618224010> . Acceso: el 4 de mayo de (2013).

Wilson, B., Jonassen, D., Cole, P., (1993). Cognitive approaches to instructional design. The ASTD handbook of instructional technology. New York: McGraw-Hill.
<http://carbon.ucdenver.edu/~bwilson> .
Acceso: el 4 de junio de (2013).

López Carrasco (2007). Guía básica para la elaboración de rubricas. Universidad Iberoamericana de Puebla.
https://docs.google.com/document/d/1Umta77N_mi5A9VYPiNe_qn9VLAItA-LoDeecsb3QYC0/edit